

Die Bewertung des Anbaus herbizidtoleranter Soja – lokale und globale Perspektiven

von
Florian Böttcher

4.1 Einleitung

Die Frage, ob gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden sollten oder nicht, ist nicht ausschließlich auf Grundlage naturwissenschaftlicher Untersuchungsergebnisse zu beantworten. Wissenschaftliche Studien liefern für begründete Abwägungsprozesse zwar die faktischen Grundlagen, darüber hinaus müssen jedoch auch Antworten normativer Dimension gefunden werden: Welches Risiko beim Anbau gentechnisch veränderter (gv) Pflanzen ist vertretbar? In welchem Verhältnis dürfen Risiken und Vorteile stehen? Im Folgenden wird ein Unterrichtskonzept vorgestellt, das diese verschiedenen Aspekte von umweltethischen Fragestellungen berücksichtigt. Schüler und Schülerinnen (SuS) werden so zu begründetem Urteilen in Fragen der grünen Gentechnik am Beispiel herbizidtoleranter Soja angeleitet. Speziell das Fach Biologie hat in diesem Kontext die Aufgabe, SuS zum kompetenten Umgang mit den aus den Biowissenschaften zur Verfügung gestellten Daten zur Folgenabschätzung und Risikoanalyse von gv-Soja zu befähigen. Dies stellt die Basis fundierter Entscheidungsprozesse dar.

Das unterrichtliche Vorgehen (über insgesamt vier bis sechs Unterrichtsstunden) ist aus den genannten Gründen folgendermaßen strukturiert:

- Konfrontation mit dem Phänomen herbizidtoleranter Soja
- Sichtung und Gliederung der vielfältigen Argumente als Ausgangspunkt des Bewertungsprozesses
- Frage der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von gv-Soja; Förderung des Wissenschaftsverständnisses
- Aspekt der Resistenzentwicklung bei Wildkräutern; Differenzierung der Betrachtung
- Auseinandersetzung mit den erarbeiteten Argumenten und Entwicklung und Anwendung einer Bewertungsstrategie
- Globale Perspektive lokaler Entscheidungen: Die Folgen des gv-Soja-Anbaus für die Exportländer (Vertiefung in der Auseinandersetzung)

Die Bewertung erfolgt in Anlehnung an das Prinzip der nachhaltigen Entwicklung, d. h. der Prämisse, bei Entscheidungen stets die ökologische, ökonomische und soziale Dimension mit einzubeziehen, um eine möglichst langfristig vertretbare Lösung zu gewährleisten. Vertieft wird dies anschließend unter Einbezug der globalen Perspektive am Beispiel eines Exportlandes.

Es folgen weiterführende Erläuterungen zu den faktischen (Kapitel 4.2) und normativen (Kapitel 4.3) Grundlagen des Themengebietes, sowie zu dem daraus hervorgehenden Unterrichtskonzept und den entsprechend entwickelten Unterrichtsmaterialien (Kapitel 4.4).

4.2 Gen-Soja – Merkmale einer vielschichtigen Debatte

4.2.1 Herbizidtoleranz durch gentechnische Veränderung am Beispiel Soja

Das kommerziell bedeutendste Merkmal gentechnisch veränderter Sojabohnen stellt die Herbizidtoleranz dar. Ungefähr 60% der jährlich produzierten 220 Millionen Tonnen Soja weisen dieses Merkmal auf. Der größte Anteil hiervon gehört wiederum zur Sorte Roundup Ready des US-amerikanischen Saatgutherstellers Monsanto, die eine Resistenz gegenüber dem Breitband-Herbizid Glyphosat aufweist. Der Anbau konventioneller Soja wird durch das Wachstum von Wildkräutern auf den Feldern erschwert, die mit der Soja um die Nährstoffe des Bodens konkurrieren und üblicherweise durch mehrere kombinierte Herbizide bekämpft werden müssen. Glyphosat wirkt nun auf nahezu alle unerwünschten Wildkräuter gleichermaßen, indem es ein für den Stoffwechsel der meisten Pflanzen notwendiges Enzym hemmt (EPSP-Synthetase), das für die Herstellung wichtiger Aminosäuren benötigt wird. Durch den Glyphosat-Einsatz kann dieses Enzym nicht gebildet werden, das Wachstum setzt aus und die Pflanze stirbt nach einigen Tagen ab. Eine Toleranz gegenüber diesem Herbizid wird durch Einbringung eines Gens des Bodenbakteriums *Agrobacterium tumefaciens* in die Sojapflanze erreicht. Diese produziert hierdurch die bakterielle Variante des entsprechenden Enzyms, die gegenüber Glyphosat unempfindlich ist.

Glyphosat wird im Vergleich zu anderen chemischen Herbiziden als weniger toxisch und verträglicher für die menschliche Gesundheit eingestuft. Die unkomplizierte Anwendung des Herbizids vereinfacht die Arbeitsgänge und den Arbeitsaufwand beim Sojaanbau erheblich, der Boden wird durch Glyphosat zudem weniger belastet. Für den Landwirt sinken aufgrund der Verringerung der Herbizidmenge die Betriebskosten und es wird in einigen Fällen von höheren Erträgen berichtet [1].

4.2.2 Aktualität der Thematik

Da gv-Soja zurzeit in der EU noch nicht angebaut werden darf, ist die Diskussion über die Vor- und Nachteile gegenüber konventionellem Anbau in der Öffentlichkeit weniger präsent als beispielsweise die Diskussion über gentechnisch veränderten Mais. Rumänien musste nach seinem EU-Beitritt 2007 den Anbau der gv-Soja-Sorte Roundup Ready entsprechend geltendem EU-Recht untersagen, obwohl dortige Landwirte es seit dem Ende der 1990er Jahre angebaut hatten. Es wird aktuell die Sicherheitsbewertung durch das zuständige Expertengremium der Europäischen Lebensmittelbehörde EFSA abgewartet [1, 2].

Als Lebens- bzw. Futtermittel ist gv-Soja, genauer die Sorte MON40-3-2, jedoch in der EU zugelassen [3] und spielt als Bestandteil vieler Nahrungsmittel in der menschlichen Ernährung eine wichtige Rolle [4]. Darüber hinaus wird es durch die steigende Bedeutung für den Welthandel, entsprechend wachsende Anbauflächen, Veränderungen der Anbaubedingungen und nicht zuletzt die tendenzielle Liberalisierung der Richtlinien und Einfuhrbedingungen außerhalb der EU zu einem wichtigen und notwendigen Thema in der Diskussion um grüne Gentechnik [5].

Jährlich werden ca. 40 Millionen Tonnen Sojarahstoffe in die EU importiert, von denen ein Teil gentechnisch verändert ist. In vielen Anbauländern ist aufgrund fehlender Richtlinien keine strikte Trennung der Anbauflächen von konventioneller und gv-Soja möglich, so dass die EU-Schwellenwerte für die Kennzeichnung „Lebensmittel ohne gentechnisch veränderte Organismen hergestellt“ (GVO-frei),

nicht eingehalten werden können. Von den größten Exportländern kann einzig Brasilien einen GVO-Gehalt von unter 0,9% gewährleisten, da die Anbauflächen für gv-Soja und konventionelle Soja jeweils im Norden bzw. im Süden liegen. Sojabohnen stellen in der EU die Grundlage für eine Vielzahl von Produkten der Nahrungsmittelindustrie dar und je nach Verarbeitungsbedingung bestehen Unterschiede, inwiefern Bestandteile aus gv-Soja in den fertigen Lebensmitteln zu finden sind und ob für Nachfolgeprodukte beispielsweise noch eine Kennzeichnungspflicht besteht [6]. Aufgrund der Bedeutung von gv-Soja in Lebensmitteln ist die Frage der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von besonderem Interesse.

4.2.3 Verträglichkeit für den Menschen

Zur Klärung der gesundheitlichen Verträglichkeit gentechnisch veränderter Sojabohnen für den Menschen werden seit einigen Jahren umfangreiche wissenschaftliche Studien durchgeführt. Beispielsweise wird dabei das von gv-Soja synthetisierte „Bakterien-Enzym“ EPSPS, das im Gegensatz zum pflanzlichen Protein glyphosattolerant ist, auf seine Eigenschaften hin untersucht. Dabei wurde bestätigt, dass das Protein seinem pflanzlichen Pendant funktional und strukturell sehr ähnlich ist, welches typischerweise in vielen Nahrungsmitteln vorkommt. Außerdem ist die Nährwertqualität von Roundup-Ready-Soja mit derjenigen konventioneller Soja zu vergleichen [7]. Auch Tierversuche an Ratten und Mäusen scheinen bisher in ihrer Mehrheit die Unbedenklichkeit des gv-Soja-Konsums zu bestätigen. Im Rahmen von Fütterungsstudien konnten keine toxischen Eigenschaften nachgewiesen werden [7]. Es gab keine ungewöhnlichen Immunreaktionen oder Veränderungen der an Immunreaktionen beteiligten Organe [8], keine relevanten Veränderungen des Blutbildes [9] und keine Unterschiede beim Zellwachstum und bei der Zelldifferenzierung [10]. Es gibt jedoch auch Untersuchungen, die Auffälligkeiten an Versuchstieren konstatieren, die mit gv-Soja gefüttert wurden. Beispielsweise wurden Veränderungen von Leberzellen festgestellt, die auf eine veränderte Stoffwechselrate zurückzuführen sein könnten [11]. Die Autoren dieser Studie kommen insgesamt zu dem Schluss, dass die Datenlage noch nicht ausreichend sei, um abschließend über die Sicherheit oder Unsicherheit von gv-Soja zu entscheiden. Dies ist eine Haltung, die von mehreren Autoren bezüglich des Themenfeldes gentechnisch veränderter Pflanzen insgesamt vertreten wird [12].

Die Frage der Unbedenklichkeit von GVOs für den Menschen beschränkt sich jedoch nicht allein auf die direkten Folgen des Verzehrs. Vielmehr sind in dieser vielschichtigen Debatte zahlreiche andere Ebenen betroffen, z. B.:

- Wie sind die Auswirkungen des Anbaus auf Boden und Mikrofauna?
- Welche ökologischen Wechselwirkungen ergeben sich?
- Welche Konsequenzen hätte horizontaler Gentransfer und wie wahrscheinlich ist er?
- Welche langfristigen sozioökonomischen Folgen hat der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen?

Ein fundierter Bewertungsprozess zum Thema herbizidtoleranter Soja setzt insbesondere die Vertiefung der letztgenannten Fragestellung voraus.

4.2.4 Der Aspekt der Resistenzentwicklung gegenüber Glyphosat bei Wildkräutern

Der vereinfachte Anbau und die Kostensenkung durch weniger Herbizide werden von den Produzenten von gv-Saatgut als zentrale Vorteile hervorgehoben. Das Prinzip „ein Breitband-Herbizid gegen alle Wildkräuter“ musste in den letzten Jahren jedoch relativiert werden. Inzwischen hat sich gezeigt, dass auch verschiedene Wildkräuter zunehmend Resistenzen gegenüber Glyphosat entwickeln [13,14] und man teilweise auf Kombinationen mit anderen Herbiziden zurückgreifen muss. Auch die Hersteller von gv-Soja raten ihren Kunden entsprechend zu verschiedenen Maßnahmen zur Vermeidung der Resistenzbildung bei Wildkräutern gegenüber Glyphosat [15]. Diese Maßnahmen werden tendenziell jedoch eher als Mittel zur Erhaltung des Potentials von Glyphosat verstanden, denn als Zeichen einer nachhaltigen Problematik [16].

4.2.5 Die Situation in den Anbauländern

Gentechnisch veränderte Soja wird hauptsächlich in Nord- und Südamerika angebaut. Vor allem in den südlichen Ländern, Argentinien und Brasilien, hat die Intensivierung des Soja-Anbaus und die zunehmende Wahl von gv-Sorten (fast 100 % in Argentinien) zu einschneidenden Veränderungen im landwirtschaftlichen Produktionsprozess und zu einer verstärkten Industrialisierung der Abläufe geführt. Die weltweit steigende Nachfrage nach Fleisch lässt auch die Soja-Industrie florieren, weil Sojashrot eines der wichtigsten Futtermittel darstellt. In den letzten zehn Jahren hatte dies in Argentinien zur Folge, dass über fünf Millionen Hektar neue Anbauflächen geschaffen wurden, zum Teil auf Kosten der Artenvielfalt ursprünglicher Waldgebiete [17]. Auch im Nordwesten Brasiliens hat der Anbau von gv-Soja-Monokulturen zu erheblichen Veränderungen auf ökonomischer, sozialer und ökologischer Ebene geführt [18]. Zum einen lagen im Jahr 2003 die Einnahmen durch den Export von Soja mit acht Milliarden Dollar erstmals über denjenigen der USA mit gut sieben Milliarden Dollar, zum anderen wird gleichermaßen eine erhöhte Abhängigkeit von Saatgut- und Herbizidproduzenten akzeptiert, da herbizidtolerantes Saatgut und Breitbandspritzmittel patentgeschützt sind und nur von bestimmten Herstellern erworben werden können.

4.3 Die Entwicklung einer angemessener Bewertungsstrategien zum Thema herbizidtolerante Soja

4.3.1 Ebenen des Bewertens

Die Auseinandersetzung mit der Thematik Gen-Soja soll Schülerinnen und Schüler (SuS) dazu befähigen, sich angesichts einer vielschichtigen Debatte begründet zu positionieren und aus ihrer Bewertung ggf. Konsequenzen für ihr Alltagshandeln abzuleiten. Der besondere Anspruch des Themenfeldes Gen-Soja besteht in der Verknüpfung der lokalen mit der globalen Perspektive. So gilt es im Idealfall nicht nur, die Unbedenklichkeit des Gen-Soja-Konsums beispielsweise für die eigene Gesundheit realistisch einschätzen zu können, sondern auch die Anbausituation in den Exportländern zu berücksichtigen. Einige der grundlegend notwendigen Überlegungen lassen sich etwa in folgender Weise skizzieren:

- 1.) Welche gesundheitlichen Folgen hat der gv-Soja Konsum?
- 2.) Welche sozialen, ökologischen und ökonomischen Konsequenzen hat der Anbau von gv-Soja für die betroffenen Exportländer und die einzelnen Landwirte?
- 3.) Welche Auswirkungen hat der Anbau von gv-Soja auf die Möglichkeit als Konsument frei zwischen gentechnisch veränderten und konventionellen Pflanzen wählen zu können?

Bereits diese Auswahl an möglichen Fragestellungen verdeutlicht die Notwendigkeit einer differenzierten Auseinandersetzung. Es sind nicht nur soziale, ökonomische und ökologische Interessendimensionen betroffen, auch das Verhältnis zwischen lokaler und globaler Perspektive muss bestimmt werden, um schließlich zu einer begründeten Entscheidung zu gelangen bzw. diese zu vertiefen.

4.3.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung: das Nachhaltigkeitskonzept als Strukturierungshilfe

Der Umgang mit komplexen umweltethischen Fragestellungen weist zahlreiche Merkmale auf, mit denen sich das pädagogische Konzept der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) beschäftigt. Als Weiterentwicklung der klassischen Umweltbildung fokussiert es stärker auf die Befähigung zum Umgang mit faktischer und normativer Komplexität und ist selbst bereits wertbehaftet:

„Das Besondere an dieser entwicklungsorientierten Konzeption von Bildung ist, dass Werte bereits im Konzept mit vorgegeben sind, d. h. die Entwicklung soll nachhaltig sein und den nachfolgenden Generationen die gleichen Lebenschancen bieten, wie der derzeitigen Generation“ [19].

Neben einem erweiterten bzw. neuen Verständnis von Umweltbildung wird zudem die globale Perspektive verdeutlicht, da das Konzept des „globalen Lernens“ einen weiteren zentralen Teilbereich von BNE darstellt [ebd].

Hieraus ergeben sich nun für komplexe umweltethische Bewertungsfragen (z. B. zum Themenfeld Grüne Gentechnik) folgende Konsequenzen: Um eine Überforderung im komplexen Abwägungsprozess zum Thema gv-Soja zu vermeiden, ist es hilfreich, die vielseitigen beteiligten Interessen hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Zielebenen zu strukturieren. Die Verwendung des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung ist als Kern einer BNE hierfür geeignet, da es trotz einer ausreichenden inhaltlichen Offenheit normative Vorgaben zur Begrenzung der Interessensdimensionen macht:

„Nachhaltigkeit ist die Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension menschlicher Existenz. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit stehen miteinander in Wechselwirkung und bedürfen langfristig einer ausgewogenen Koordination“ [20].

Ein Schwerpunkt des Nachhaltigkeitskonzeptes liegt somit auf der Betonung von drei Interessendimensionen und der Notwendigkeit einer dauerhaften, zukunftsfähigen Lösungssuche. Da im Kontext von Gen-Soja vor allem jedoch zusätzlich die Verknüpfung des lokalen Entscheidungsraumes mit der globalen Ebene, der Situation in den Anbauländern, hinzukommt, bietet sich außerdem ein expliziter Rückgriff auf den Teilaspekt „globales Lernen“ von BNE an. Eine tiefer gehende Ausschärfung und

Abgrenzung der Konzepte BNE, Umweltbildung und globales Lernen soll an dieser Stelle nicht erfolgen [21, 22].

Somit lässt sich für das Themenfeld Gen-Soja nun begründet ableiten, dass eine zusätzliche Unterscheidung der lokalen und der globalen Ebene als vertiefender Aspekt des Bewertungsprozesses eine differenziertere Problemwahrnehmung fördert. Durch die Unterscheidung von ökonomischer, ökologischer und sozialer Interessensdimension bei der Klassifikation von Argumenten und der Eröffnung einer lokalen und globalen Perspektive als nächsten Schritt, ergibt sich so im Ergebnis eine wesentlich erhöhte Transparenz des Entscheidungsprozesses.

Die Schwäche des Nachhaltigkeitskonzeptes wie auch des Teilbereichs „globales Lernen“ liegt bei der Frage der konkreten Operationalisierbarkeit. Hier machen beide Konzepte keine genauen Vorgaben und geben aufgrund ihrer Offenheit keine Kriterien an, durch die messbar wäre, inwiefern genau eine Entscheidung nachhaltig ist oder inwiefern die Forderungen des globalen Lernens an Entscheidungsprozesse erfüllt wurden. Hierzu sind Strategien notwendig, die im Rahmen der beschriebenen normativen Vorgaben Abwägungsprozesse vereinfachen und so im schulischen Rahmen erst ermöglichen.

4.3.3 Relative Bewertungsskalen

Auch für das Themenfeld Gen-Soja gelten die konzeptuellen Überlegungen zur Vermittlung von Bewertungskompetenz, die im Artikel „Grüne Gentechnik im Spannungsfeld ökologischer, ökonomischer und sozialer Interessen am Beispiel Bt-Mais“ (Meisert & Böttcher, 2010, in diesem Band) dargelegt wurden. Angesichts der Vielfalt der erarbeiteten Argumente zur Frage des Anbaus von Gen-Soja würde ein direktes Abwägen mit dem Ziel einer Entscheidungsfindung auch hier eine kognitive Überforderung darstellen. Das Verfahren der Gewichtung mit Hilfe relativer Zahlenwerte als vereinfachendes Bewertungssystem stellt deshalb ebenfalls eine notwendige Entlastung dar [23, 24]. Der qualitativen Entscheidungsgrundlage (den Argumenten) werden quantitative Zahlenwerte zugeordnet, da qualitative Einheiten nicht ohne weiteres vergleichbar bzw. gegeneinander abzuwägen sind. Beispiel: In welchem genauen Verhältnis stünde der Vorteil einfacher Anbaubedingungen von Gen-Soja für brasilianische Landwirte zum Wunsch europäischer Konsumenten, beim Einkauf frei zwischen gentechnisch veränderter und konventioneller Soja wählen zu können?

Im Zuge einer Monetarisierung und einer Zuordnung von Zahlenwerten kann letztlich abschließend bestimmt werden, welche der Entscheidungsoptionen gegenüber der oder den anderen überwiegt. Bei der Anwendung derartiger „Umrechnungsstrategien“ sollte man sich die Nachteile zwar stets bewusst machen (Unschärfe der Umwandlung, einfachere Monetarisierung von ökonomischen im Gegensatz zu sozialen und ökologischen Interessen), die Vorteile der verbesserten Vergleichbarkeit von Argumenten in Bewertungssituationen rechtfertigen jedoch ein solches Vorgehen.

4.4 Überlegungen zum Vermittlungskonzept zum Thema Gen-Soja

4.4.1 Nachhaltigkeitskonzept und globale Perspektive als Strukturierungshilfe

Hinsichtlich des Themenkomplexes Gen-Soja-Anbau bietet es sich ebenfalls an, die vielschichtigen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte einer Bewertungsfrage zu thematisieren. Auch Folgenabschätzungen werden, entsprechend der Forderung des Nachhaltigkeitskonzeptes, durch die differenzierte Sichtung der relevanten Argumente geleistet. Insbesondere wird dies durch die Auseinandersetzung mit dem Aspekt der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Gen-Soja vertieft, indem die SuS am Beispiel mehrerer wissenschaftlicher Forschungsergebnisse exemplarisch zum kompetenten Umgang mit dem Faktor Unsicherheit in Entscheidungssituationen angeleitet werden. Ergänzt wird dies durch die Betrachtung der Frage, ob es durch den Einsatz von „Allround“-Herbiziden zwangsläufig zu einer verstärkten Resistenzbildung bei Wildkräutern und damit auch zum Einsatz einer stetig wachsenden Herbizidmenge beim Anbau von gv-Pflanzen kommen muss.

Hinzu kommt eine Verknüpfung der lokalen Entscheidungsebene vor dem Hintergrund globaler Abhängigkeitsverhältnisse (Anbaubedingungen von Gen-Soja in den Exportländern), wie es das Bildungskonzept des „globalen Lernens“ befürwortet.

Das konzipierte Unterrichtsmaterial zum Thema Gen-Soja nimmt daher das Konzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und dessen Teilaspekt des „globalen Lernens“ auf, um den SuS entlastende Strukturierungshilfen im Bewertungsprozess verfügbar zu machen (siehe Abschnitt 4.2.2). Die Zuordnung vorgegebener Argumente zu den Interessendimensionen des Nachhaltigkeitskonzeptes ermöglicht eine erste Strukturierung des Themenfeldes, die später durch weitere, selbst erarbeitete Argumente ergänzt werden kann. Die Vorgaben dienen der Vorentlastung zur angemessenen Wahrnehmung eines komplexen Problemfeldes. Die eigenständige Erweiterung der Dimensionierung durch die SuS wäre denkbar und würde eine Ausdifferenzierung der Problemwahrnehmung und somit in der Konsequenz eine höhere selbst erschlossene Transparenz der faktischen und normativen Entscheidungsgrundlagen bedeuten.

4.4.2 Relative Bewertungsskalen als Hilfsmittel im Bewertungsprozess

Nach der Sichtung des vorliegenden Informationsmaterials zum Thema Gen-Soja muss die Gesamtbewertung erfolgen, um abschließend zu einer Entscheidung zu gelangen. Hierzu wird, wie oben erläutert (siehe auch: Meisert & Böttcher, 2010, in diesem Band), eine relative Bewertungsskala im Sinne eines Punktebewertungssystems verwendet. Die SuS können somit ein festes Kontingent von Punkten (z. B. jeweils 10) den einzelnen Argumenten zuordnen. Diese Vorgehensweise verlangt von den SuS Überlegungen hinsichtlich der Gewichtung der vorliegenden Argumente und ihrer Strukturierung, sie ist jedoch bezogen auf den komplexen Sachverhalt angemessen reduktionistisch, um die Entscheidbarkeit im vorliegenden Konfliktfall und die Entscheidungsfähigkeit der SuS zu ermöglichen.

4.4.3 Transparenz der Bewertungsstrategie

Ein wesentliches Ziel bei der Vermittlung von Bewertungskompetenz ist die Möglichkeit für SuS, die jeweiligen Vorgehensweisen in ihrer Struktur und Funktion nachvollziehen zu können [25]. Dies bedeutet auch, dass die Rolle der jeweiligen Vorgaben zur Unterstützung der Strategieentwicklung ver-

standen wird. Zum einen können sich SuS nur so kritisch mit der jeweiligen Vorgehensweise auseinandersetzen und diese ggf. selbst erweitern und ergänzen. Zum anderen werden sie ansatzweise befähigt, die Ergebnisse ihres Bewertungsprozesses vor dem Hintergrund ihrer Vorgehensweise kritisch zu reflektieren und zu hinterfragen.

Bei der Anwendung von Bewertungsstrategien spielt außerdem das Verhältnis von Güte und Aufwand dieser Strategie eine Rolle. Nur wenn SuS einsehen können, dass der Aufwand für eine Strategie durch ihre Qualität gerechtfertigt ist, kann auch ein Transfer auf andere Kontexte bzw. überhaupt erst eine Motivation zur Strategieentwicklung und -anwendung entstehen [26].

4.4.4 Schwerpunktsetzungen

Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien vermitteln den SuS einen differenzierten Einblick in das komplexe Problemfeld Gen-Soja-Anbau. Durch die Auseinandersetzung mit den Interessendimensionen und den Ergebnissen wissenschaftlicher Studien erfolgt eine Verknüpfung der normativen und der faktischen Ebene im Bewertungsprozess. Durch die Vertiefung anhand unterschiedlicher Forschungsergebnisse zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit des gv-Soja-Konsums oder zur Resistenzentwicklung bei Wildkräutern wird die Funktion der Biowissenschaften, erforderliche Daten zu generieren und zu überprüfen, deutlich. Durch die weiterführende Auseinandersetzung mit themenspezifischen Argumenten wird jedoch auch offensichtlich, dass die Interpretation dieser Daten und der Umgang mit ihnen vom jeweiligen Interessenstandpunkt abhängt. Optional könnte an dieser Stelle ergänzend eine Analyse von Argumentstrukturen erfolgen (siehe Meisert & Böttcher, 2010, in diesem Band). Die spezifische Sichtweise des Nachhaltigkeitskonzeptes wie auch die Beachtung einer globalen Perspektive helfen bei der vertieften und strukturierten Wahrnehmung des Entscheidungskontextes und bei der Entscheidungsfindung.

4.4.5 Stundenverlauf

Unterrichtsschritt	Medien
1. Problemfeld Gen-Soja (ca. 45-90 Min.)	
<p>Einstieg: Proteste gegen und Werbung für Gen-Soja diskutieren, ggf. die Situation in den Exportländern einbeziehen/Fragensammlung</p> <p>1. Erarbeitung: Die Entwicklung herbizidtoleranter Sojapflanzen</p> <p>2. Erarbeitung: Argumente zum Thema „Anbau von Gen-Soja“ sichten, diskutieren und gruppieren</p> <p>Vertiefung: Überlegungen zum weiteren Vorgehen (Notwendigkeit der weiteren Faktenklärung zur Überprüfung der Argumente als nächsten Schritt einer Entscheidungsfindung ableiten)</p>	<p>Internet-Fotos</p> <p>AB 1 (ggf. Internetrecherche); AB 2</p>
2. Zur Frage der Unbedenklichkeit des Gensoja-Verzehrs für die menschliche Gesundheit (ca. 45 Min.)	
<p>Einstieg: Rückbezug auf Ausgangsfragen; Möglichkeit wissenschaftlichen Klärung diskutieren</p> <p>Erarbeitung: Erkenntnisse zur Gesundheitsgefährdung erarbeiten; Studienergebnisse vergleichen und Konsequenzen diskutieren</p> <p>Vertiefung: „Alltagsverständnis“ wissenschaftlicher Studien kommentieren; die Begriffe „Vorläufigkeit“ und „Unsicherheit“ wiss. Erkenntnis diskutieren</p>	<p>AB 3</p> <p>AB 3</p>
3. Zur Frage der Resistenzbildung bei Wildkräutern gegenüber Glyphosat (ca. 45 Min.)	
<p>Einstieg: Rückbezug auf die Ausgangsfragen, Aspekt der langfristigen Einsetzbarkeit von Glyphosat als verbreitete Kritik, Differenzierung notwendig</p> <p>Erarbeitung: Veränderung der benötigten Herbizidmengen bei gv- und konventionellen Pflanzen (Soja und Mais) im Vergleich</p> <p>Vertiefung: Mögliche Reaktion zur Vermeidung von Resistenzbildungen bei Wildkräutern</p>	<p>AB 4</p> <p>AB 4</p>
4. Entwicklung u. Umsetzung einer Bewertungsstrategie (ca. 45-90 Min.)	
<p>Einstieg: Neuorganisation der Argumente aus den ersten Stunden und den Vertiefungsphasen in Nachhaltigkeitsdimensionen</p> <p>1. Erarbeitung: Entwicklung einer Bewertungs- bzw. Gewichtungstrategie</p> <p>1. Vertiefung: Präsentation und Diskussion unterschiedlicher Ansätze</p> <p>2. Erarbeitung: Umsetzung einer individuellen und einer Gruppenbewertung</p> <p>2. Vertiefung: Rekonstruktion des Entscheidungsprozesses und kritische Diskussion; Überprüfung aus der Perspektive „Nachhaltiger Entwicklung“</p>	<p>AB 5 / Pinnwand</p> <p>AB 5</p>
5. Die globale Perspektive: die ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen des Gen-Soja-Anbaus für die Exportländer (ca. 45 Min.)	
<p>Einstieg: ggf. Rückbezug auf die Ausgangsfragen; der Anbau von Gen-Soja in den Exportländern am Beispiel Argentinien</p> <p>Erarbeitung: Erarbeitung des Verhältnisses zwischen lokaler und globaler Ebene</p> <p>Vertiefung: Rückbezug auf die in der Vorstunde erfolgte Bewertung; Konsequenzen der globalen Perspektive für die Bewertung diskutieren</p>	<p>AB 6</p>

Soja und Sojaanbau

Soja ist die wichtigste Ölpflanze weltweit. Mehr als die Hälfte des global produzierten Pflanzenöls stammt aus der Sojabohne. Schätzungen zufolge sind Sojarohstoffe an 20.000-30.000 Lebensmittelprodukten beteiligt. Sie werden beispielsweise zur Herstellung von Tofu oder Milchersatzprodukten wie Sojadrinks verwendet, in Proteinform als Grundlage für Fertigprodukte wie Saucen oder Suppen eingesetzt oder in Form von Sojaschrot an Tiere verfüttert. In Europa spielt der Anbau von Soja aus klimatischen Gründen jedoch kaum eine Rolle. Hauptanbauländer in der Welt sind die USA (38%), Brasilien (25%) und Argentinien (19%). Die EU importiert jährlich etwa 15 Millionen Tonnen Sojabohnen und über 20 Millionen Tonnen Sojaschrot.

Chemische Unkrautvernichtung

Ein Problem beim Anbau von Soja sind unerwünschte Wildkräuter, die auf den Feldern wachsen und dem Boden in Konkurrenz zu den Sojapflanzen Nährstoffe entziehen. In der konventionellen Landwirtschaft wird diesem Problem mit so genannten selektiven Herbiziden begegnet, die jedoch nur gegen ganz bestimmte Wildkräuter wirksam sind. Für den Anbau jeder Kulturpflanze, also auch der Sojabohne, muss somit eine geeignete Kombination von mehreren Herbiziden gefunden werden.

Herbizidresistenz durch gentechnische Veränderung der Sojapflanze

Um die Anwendung geeigneter Herbizide zu vereinfachen, entwickelten Wissenschaftler ein neues Prinzip: Sie suchten zum einen nach einem Breitband-Wirkstoff, der gegen alle unerwünschten Wildkräuter einsetzbar ist. Zum anderen nahmen sie eine gentechnische Veränderung der Sojabohne vor, um sie tolerant gegenüber diesem „Rundum“-Herbizid zu machen. Eines der beiden weit verbreiteten Systeme aus tolerantem Soja und Breitband-Herbizid nennt sich Roundup Ready. Hierbei wird der Wirkstoff Glyphosat gegen Wildkräuter eingesetzt, die Toleranz der Sojabohne kommt durch Übertragung eines Gens des Bakteriums *Agrobacterium tumefaciens* in die Sojapflanze zustande.

Ursache der Glyphosat-Toleranz

Glyphosat hemmt normalerweise ein wichtiges Enzym, das für den Stoffwechsel der meisten Pflanzen notwendig ist, dadurch stirbt die Pflanze nach einigen Tagen ab. Durch das übertragene Gen produziert die Sojapflanze nun die Bakterienvariante des betroffenen Enzyms, das jedoch resistent gegen Glyphosat ist. Die gv-(gentechnisch veränderte) Sojabohne kann eine solche Herbizidbehandlung nun tolerieren.

Aufgabe: Entwirf eine Conceptmap zum Thema „gv-Soja“ in der u. a. die Begriffe „gv-Soja“, Wildkräuter, Herbizidresistenz, *Agrobacterium tumefaciens* und genetische Transformation vorkommen!

Äußerungen nach Interessendimensionen ordnen

In der Diskussion über die Vor- und Nachteile des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen werden häufig vielfältige Argumente genannt, die Ausdruck der Interessen und Positionen der verschiedenen Personen oder Personengruppen sind. Unabhängig davon, ob man eine Pro- oder Contra-Seite vertritt, können völlig verschiedene Interessen hinter den Haltungen der Beteiligten stecken. Um die zentralen Argumente in einer Diskussion nachvollziehen und auch selbst mitreden zu können, ist es wichtig, sich mit den dahinter stehenden Interessendimensionen zu beschäftigen. Dies vermittelt einen wichtigen Einblick in die Vielseitigkeit der Thematik.

Aufgabe: Ordne die nachfolgend aufgeführten Äußerungen in Gruppen. Finde Namen für die Interessendimensionen!

Glyphosat ist im Vergleich mit anderen Herbiziden umweltfreundlicher; es ist biologisch abbaubar und für Menschen weniger toxisch.

Die Kosten für gv-Saatgut sind höher als für konventionelles. Landwirte werden von Großunternehmen abhängig, die Saatgut und passendes Herbizid gemeinsam anbieten.

Der Anbau von herbizidtoleranten Sojapflanzen senkt für Landwirte die Kosten für Spritzmittel. Außerdem kommt es zu kürzeren Arbeitszeiten.

Da viele Konsumenten den Verzehr von gv-Soja ablehnen, ist der Export herkömmlicher Soja z. B. nach Europa ein zukunftsfähiges Geschäft.

Glyphosat-toleranter Soja führt bei Problemen mit der Unkrautbekämpfung zu Ertragssteigerungen, da nur Wildkräuter durch Glyphosat geschädigt werden.

Die Folgen des Verzehrs von gv-Soja für die Gesundheit des Menschen sind nicht vorhersagbar.

Menschen in aller Welt konsumieren seit Jahren gv-Soja und es sind bisher keine negativen Auswirkungen bekannt.

Herbizidresistente Sojapflanzen schonen den Boden: es gelangen weniger Spritzmittel in das Erdreich. Traktoren befahren Felder seltener, was den Boden nicht so stark verdichtet.

Langfristig könnten die Wildkräuter auch gegen Glyphosat resistent werden, so dass die Ernteträge erneut sinken.

Untersuchungen zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Konsums von gentechnisch veränderter Soja

Eine der wichtigsten Fragen im Zusammenhang mit dem Anbau, Handel und Verzehr von gentechnisch veränderten Pflanzen ist sicherlich die der gesundheitlichen Verträglichkeit. Um zu untersuchen, welche Folgen der Verzehr glyphosat-toleranter Soja auf die Gesundheit hat, wurden einige Studien an Mäusen vorgenommen, die aufgrund ihrer Säugetier-Physiologie eine große Ähnlichkeit zum Menschen aufweisen. Nachfolgend einige Beispiele:

Studie 1: Zur Verträglichkeit von glyphosat-toleranter Soja bei Mäusen

Im Jahr 2002 untersuchten Denise Brake und Donald Evenson von der Abteilung Chemie und Biochemie der Universität von Süd-Dakota (USA) die gesundheitlichen Auswirkungen der Verfütterung von glyphosat-toleranter Soja an Mäuse. Weibliche Mäuse wurden während der Schwangerschaft und der Laktation mit gv-Soja gefüttert sowie deren Jungen nach der Geburt. Nach jeweils 8, 16, 26, 32, 63 und 87 Tagen wurden einzelne Individuen auf gesundheitliche Auswirkungen hin untersucht. Eine entsprechende Kontrollgruppe wurde über den gleichen Zeitraum mit konventioneller Soja gefüttert und ebenfalls untersucht.

Brake und Evenson konnten am Ende des Experimentes keine Auswirkungen der gv-Soja-Fütterung feststellen. Glyphosat-tolerante Soja hat in ihrer Studie keinen Effekt auf den Stoffwechsel, das Zellwachstum, das Größenwachstum oder das Gewicht der untersuchten Tiere. Die Mehrzahl ähnlicher Studien hat zu den gleichen Ergebnissen geführt.

Studie 2: Zur Verträglichkeit von glyphosat-toleranter Soja bei Mäusen

Manuela Malatesta vom histologischen Institut der Universität von Urbino, Italien, untersuchte 2002 zusammen mit einigen Kollegen Mäuse, die Futter mit glyphosat-toleranter Soja erhielten und verglich sie mit solchen, die normales Futter bekamen. Sie konzentrierte sich dabei auf immunologische und strukturelle Untersuchungen von Leberzellen, da diese an zahlreichen Stoffwechselprozessen der Nahrungsverarbeitung beteiligt sind. Malatesta fand in den Zellen von mit gv-Soja gefütterten Mäusen unregelmäßig geformte Zellkerne. Außerdem war die Anzahl der Zellkernporen erhöht, was ebenfalls auf eine höhere Stoffwechselrate und einen verstärkten Molekültransport schließen lässt. Denkbar ist, dass das Einbringen der für die Herbizid-Toleranz verantwortlichen Gensequenz sekundäre Effekte mit sich bringt und z. B. weitere Proteine im Stoffwechselprozess entstehen.

Aufgabe 1: Vergleiche die Ergebnisse der beiden Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Konsums glyphosat-toleranter Soja!

- a.) Überlege, wie es dazu kommt, dass zur Frage der Verträglichkeit von gv-Soja von verschiedenen wissenschaftlichen Studien unterschiedliche Antworten geliefert werden!
- b.) Welches weitere wissenschaftliche Vorgehen schlägst du vor?

„Viele Studien zeigen, dass gv-Soja keine gesundheitsschädigende Wirkung hat. Außerdem essen Millionen Menschen auf der ganzen Welt seit Jahren gentechnisch veränderte Soja und bisher gibt es noch kein Zeichen dafür, dass Gesundheitsschäden aufgetaucht sind. 100%ige Sicherheit gibt es aber nie, auch nicht bei anderen Themen.“

Aufgabe 2: Schreibe vor dem Hintergrund der obigen Information (Studie 1 und 2) einen kurzen Kommentar zu dieser Stellungnahme!

Der Aspekt der Resistenzbildung bei Wildkräutern

Mat. 1: Glyphosat-tolerante Soja wurde entwickelt, um den Landwirten die Bekämpfung unerwünschter Wildkräuter zu erleichtern. Zeit und Geld soll eingespart werden, da Glyphosat als Breitband-Herbizid gegen alle unerwünschten Wildkräuter wirkt. Umweltschutzorganisationen gehen nun häufig davon aus, dass durch zunehmende Resistenzen bei Wildkräutern künftig mehr Glyphosat [27] kombiniert mit anderen Herbiziden zur Unkrautbekämpfung bei entsprechenden gv-Pflanzen verwendet werden müsse. Nachfolgend ist der Verbrauch der Herbizidmenge jeweils für gv- und konventionelle Soja bzw. Mais in den U.S.A. in den letzten Jahren aufgeführt [28].

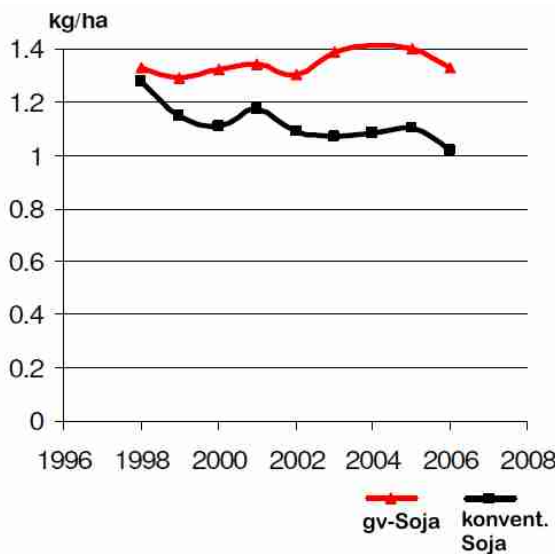


Abb. 1: Vergleich des Gesamtverbrauchs an Herbizid (in kg/ha) bei glyphosat-resistenter und konventioneller Soja

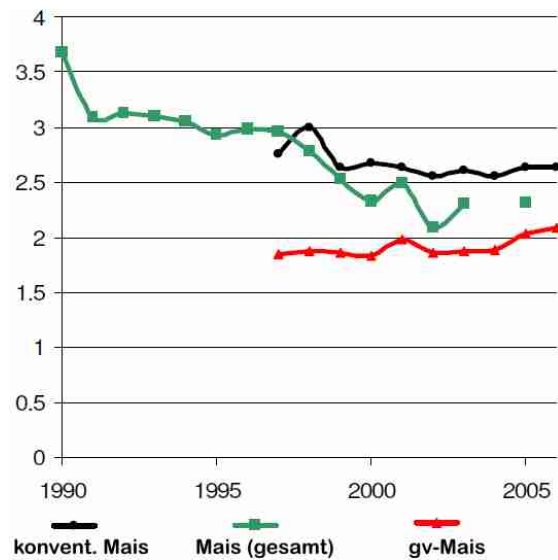


Abb. 2: Vergleich des Gesamtverbrauchs an Herbizid (in kg/ha) bei gv- und konventionellem Mais

Aufgabe 1: Welche Unterschiede beim Herbizid-Verbrauch werden beim Vergleich der beiden Diagramme deutlich? Werte diese hinsichtlich der Kritik der Umweltverbände aus! Welche Erkenntnisse ergeben sich jeweils für den Herbizideinsatz bei gv- Soja und gv-Mais?

Mat. 2: In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Verwendung eines einzigen Herbizides (Glyphosat) zu vermehrten Toleranzen auch bei Wildkräutern führt. Beispiele sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

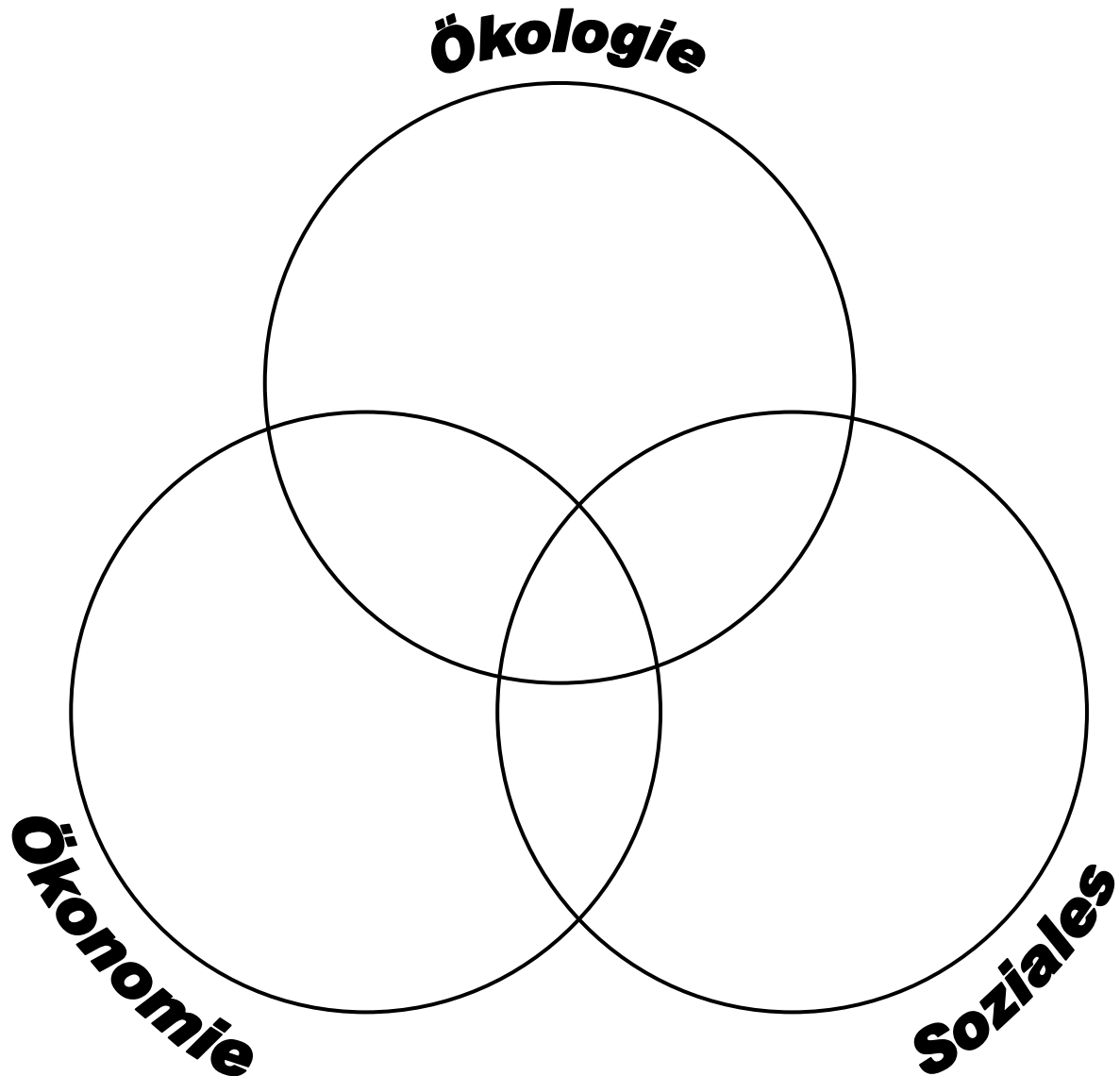
Beispiele glyphosat-resistenter Wildpflanzen	
Wildkräuter	Vorkommen
Katzenschweif (<i>Conyza canadensis</i>)	In den USA auf vielen Äckern verbreitet
Amaranth (z. B. <i>Amaranthus rudis</i>)	Missouri, Illinois, Kansas, Minnesota
Dreilappige Ambrosie (<i>Ambrosia trifida</i>)	Ohio, Indiana, Kansas, Minnesota, Tennessee

Einer der größten Produzenten von gv-Soja gibt seinen Kunden nun den Ratschlag, zusätzlich zu Glyphosat andere chemischen Herbizide zu verwenden bzw. mit Glyphosat zu kombinieren.

Aufgabe 2: Erläutere, inwiefern der aufgeführte Ratschlag eine wirkungsvolle Maßnahme zur Vermeidung einer Resistenzbildung bei Wildkräutern darstellt!

Aufgabe 1:

Um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen, müssen bei gesellschaftlichen Entscheidungen ökonomische, ökologische und soziale Interessen gleichermaßen angemessen berücksichtigt werden. Ordne die Argumente zum Thema „herbizidtolerante Soja“ diesen Interessensdimensionen zu!

**Aufgabe 2:**

Diskutiere Möglichkeiten der Entscheidungsfindung auf der Grundlage der oben zusammengestellten Argumente!

Die globale Perspektive des Anbaus gentechnisch veränderter Nahrungsmittel am Beispiel Soja

Neben den gesundheitlichen Konsequenzen des gv-Soja-Konsums gibt es andere Faktoren, die den Endverbraucher nur indirekt betreffen, die jedoch für ein vertieftes Verständnis der Problematik wichtig sind. Hierzu gehören beim Thema der gentechnisch veränderten Sojapflanze auch die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen ihres Anbaus. Dies soll am Beispiel Argentiniens näher beleuchtet werden.

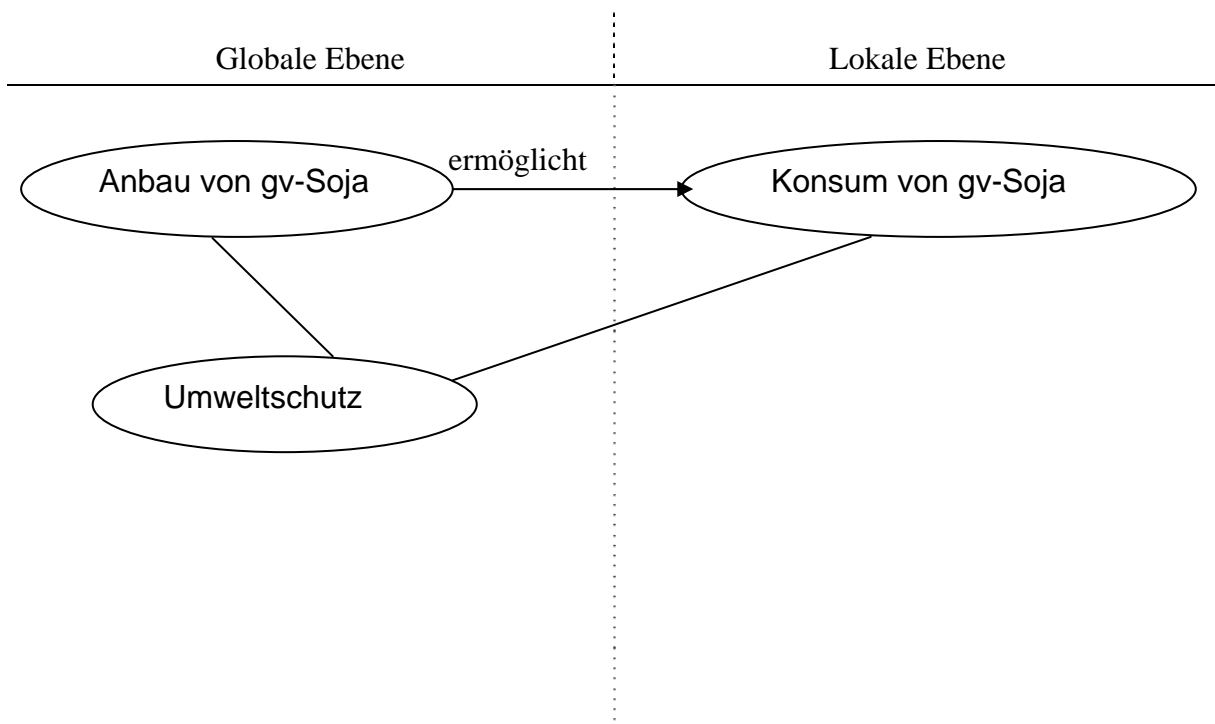
Aufgabe 1:

Im Auszug des Zeitungsartikels aus „Die Zeit“ von 2007 (Mat.1) werden verschiedene Folgen des Anbaus von gv-Soja für das Anbauland Argentinien genannt.

Ergänze auf Grundlage des Textes das nachfolgende Begriffsnetz (Conceptmap) zum Thema „Der Anbau von Gen-Soja – lokal und global denken!“ Nutze ggf. ein neues Blatt!

- Ordne hierzu die unten aufgeführten Begriffe der lokalen, der globalen oder beiden Seiten zu!
- Zeichne alle Verbindungen zwischen Begriffen ein, die deiner Ansicht nach existieren und beschrifte sie (Wie genau wirkt beispielsweise die eine auf die andere Seite ein?).

Begriffe: Anbau von gv-Soja, Konsum von gv-Soja, Profit, Wahlfreiheit, Wirtschaftswachstum, Gesundheit, Umweltschutz, Artenvielfalt, Nachfrage, Lebensqualität, Handel, Gleichberechtigung



Aufgabe 2: Überlege auf Grundlage des Begriffsnetzes, welche Aspekte spezifisch mit dem Thema gv-Soja verbunden sind und welche hingegen auch für konventionellen Soja-Anbau gelten und markiere dies entsprechend!

Aufgabe 3: Überdenke vor dem Hintergrund der neuen Informationen nochmals deine Bewertung zum Anbau von gv-Soja! Überlege, ob neue Aspekte hinzugekommen sind, die deine Bewertung beeinflussen würden!

Material 1: Artikel aus der „Zeit“ vom 19.04.2007 zum Anbau von gv-Soja in Argentinien (Auszug)

Aus Gründen des Urheberrechts musste der Artikel von Christian Thiele in dieser Word-Version aus dem Beitrag entfernt werden. Sie finden ihn unter

<http://www.zeit.de/2007/17/Soja-Argentinien>.

Material 2

ggf. als ergänzende Handreichung

Stichwort	aktueller Kenntnisstand
Produktivität	<ul style="list-style-type: none">• vereinzelte Ertragserhöhungen• sinkende Betriebskosten, durch weniger Herbizide, wenn keine Resistenzen auftreten• erheblich erleichterte und bodenschonendere Anbauweise
Produktqualität	<ul style="list-style-type: none">• Anzahl und Menge alternativer Herbizide sinkt• Glyphosat-Herbizid gilt als umweltverträglich und nicht-toxisch für den Menschen
Nicht-Ziel-Merkmale	<ul style="list-style-type: none">• etwas höherer Verholungsgrad• keine Veränderung der Nährwertqualität
Auskreuzungsgefahr	<ul style="list-style-type: none">• Auskreuzungsgefahr, wenn gv-Soja und konventioneller Soja ohne ausreichende Distanz angebaut werden
Resistenzbildung	<ul style="list-style-type: none">• Der vermehrte Einsatz von Glyphosat führt zur Bildung von resistenten Unkräutern, weshalb dann z. B. die Glyphosat-Menge gesteigert werden muss
Gesundheitliche Gefahren	<ul style="list-style-type: none">• Maus-Experimente zeigen aktuell insgesamt keine wesentlichen Effekte bei gv-Soja-haltiger Nahrung
Gefahren für Nicht-Ziel-Populationen	<ul style="list-style-type: none">• Es besteht die Vermutung, dass Glyphosat (bzw. Bestandteile) sich negativ auf Amphibien auswirken
Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt	<ul style="list-style-type: none">• Der Handel mit Soja hat u. a. in Lateinamerika zu einem immensen Wirtschaftswachstum und einer stärkeren Industrialisierung der Landwirtschaft geführt• Die zukünftige Entwicklung hängt auch von der Nachfrage nach gv-Soja oder explizit konventionellem Soja ab

4.5 Literaturangaben

- [1] http://www.transgen.de/anbau/eu_international/180.doku.html (Stand 7.10.2009)
- [2] <http://www.transgen.de/zulassung/gvo/80.doku.html> (Stand 7.10.2009)
- [3] <http://www.transgen.de/zulassung/gvo/8.doku.html> (Stand 7.10.2008)
- [4] http://www.transgen.de/lebensmittel/soja_mais/186.doku.html (Stand 7.10.2008)
- [5] http://www.transgen.de/lebensmittel/soja_mais/181.doku.html (Stand 7.10.2008)
- [6] http://www.transgen.de/lebensmittel/soja_mais/185.doku.html (Stand 7.10.2008)
- [7] Nair, R. S. et al. (2002). Current Methods for Assessing Safety of Genetically Modified Crops as Exemplified by Data on Roundup Ready Soybeans. *Toxicologic Pathology*, 30(1), 117-125.
- [8] Teshima et al. (2000). Effects of GM and Non GM soybeans on the Immune System of BN rats and B10A mice. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*, 41(3), 188-193.
- [9] Zhu, Y. et al. (2004). Nutritional assessment and fate of dna of soybean meal from roundup ready or conventional soybeans using rats. *Archives of Animal Nutrition*, 58 (4), 295-310.
- [10] Brake D. & Evenson, D. (2002). A generational study of glyphosate-tolerant soybeans on mouse fetal, postnatal, pubertal and adult testicular development. *Food and Chemical Toxicology*, 42, 29-36.
- [11] Malatesta et al. (2002). Ultrastructural Morphometrical and Immunocytochemical Analyses of Hepatocyte Nuclei from Mice Fed on Genetically Modified Soybean. *Cell Structure and Function*, 27(4), 173-180.
- [12] Pryme, I. & Lembcke, R. (2003). In Vivo Studies on Possible Health Consequences of Genetically Modified Food and Feed - with Particular Regard to Ingredients Consisting of Genetically Modified Plant Materials. *Nutrition and Health*, 17, 1-8.
- [13] <http://www.weedscience.org/in.asp> (Stand: 7.10.2009)
- [14] Daniels, R. et al. (2005). The Potential for Dispersal of Herbicide Tolerance Genes from Genetically-Modified, Herbicide-Tolerant Oilseed Rape Crops to Wild Relatives. Final report to DEFRA, http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=CB02006_2730_FRP.pdf (Stand 7.10.2009).
- [15] <http://www.weedtool.com/pdfs/BestPractices.pdf> (Stand: 7.10.2009)
- [16] Syngenta, Glyphosate-Resistant Weeds, Will They Decrease Land Value? http://www.gentechnologie.ch/pdfs/studie_unkraut.pdf (Stand 7.10.2009)
- [17] Benbrook, C. M. (2005). Rust, Resistance, Run Down Soils, and Rising Costs – Problems Facing Soybean Producers in Argentina. *Ag BioTech InfoNet*. Technical Paper Number 8: p.1-51.
- [18] Andrioli, A. I. (2007). Biosoja versus Gensoja - Eine Studie über Technik und Familienlandwirtschaft im nordwestlichen Grenzgebiet des Bundeslandes Rio Grande do Sul (Brasilien). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- [19] Rost, J. (2002). Umweltbildung – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Was macht den Unterschied? *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, ZEP, 25(1), 7-12.
- [20] Abschlussbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt -- Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“, Deutscher Bundestag: Drucksache 13/11200 vom 26.06.1998 Quelle: <http://dip.bundestag.de/btd/13/112/1311200.asc> (Stand 07.10.2009)
- [21] Nagel, U. & Affolter, C. (2004). Umweltbildung und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Von der Wissensvermittlung zur Kompetenzförderung. In: *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22(1), 95-105.
- [22] Trisch, O. (2005). *Globales Lernen. Chancen und Grenzen ausgewählter Konzepte*. Oldenburg: BIS-Verlag.
- [23] <http://www.ecosystemvaluation.org/> (Stand 7.10.2009)
- [24] Schneider, J. (2001). *Die ökonomische Bewertung von Umweltprojekten. Zur Kritik an einer umfassenden Umweltbewertung mit Hilfe der Kontingenten Evaluierungsmethode*. Heidelberg: Physica-Verlag
- [25] Meisert, A. (2004) Bioethik. In: Spoerhase-Eichmann, U., Ruppert, W. (Hg.) *Biologiedidaktik*. Berlin: Cornelsen Skriptor, 226-236.

- [26] Payne, J. et al. (1993) *The Adaptive Decision Maker*. Cambridge: University Press, 70ff.
- [27] Hissting, A. (2004). *Fakten und Hintergründe zur Gentech-Soja*. Quelle: http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/greenpeace_fakten_gensoja.pdf, (Stand: 7.10.2009).
- [28] Bonny, S. (2008). *Les cultures transgéniques tolérantes à un herbicide permettent-elles de réduire l'usage des pesticides? Le cas du soja et du maïs aux Etats-Unis*. *Innovations Agronomiques*, 3, 193-212.

4.6 Zu erwerbende Kompetenzen

Kompetenzbereich **Fachwissen**

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> kennen und verstehen die grundlegenden Kriterien von nachhaltiger Entwicklung. (F 1.8) 		<ul style="list-style-type: none"> setzen sich anhand des Fallbeispiels gv-Soja mit den Kriterien nachhaltiger Entwicklung auseinander. reflektieren die Folgen des gv-Soja-Anbaus auf verschiedenen Ebenen (konventionelle Landwirtschaft, lokale und globale Konsequenzen).
<ul style="list-style-type: none"> kennen und erörtern Eingriffe des Menschen in die Natur und Kriterien für solche Entscheidungen. (F3.8) 		<ul style="list-style-type: none"> erörtern die Ursachen des Anbaus von gv-Soja in Argentinien und die Folgen für die Umwelt und die lokale Bevölkerung.

Kompetenzbereich **Erkenntnisgewinnung**

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> erörtern Tragweite und Grenzen von Untersuchungsanlage, -schritten und -ergebnissen. (E 8) 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren Fehlerquellen bei Experimenten (fehlender Kontrollansatz). (EG 2.2) erklären die Vorläufigkeit der Erkenntnisse mit Begrenztheit der Methoden. (EG 4.3) beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten. (EG 4.5) 	<ul style="list-style-type: none"> erörtern abweichende Ergebnisse wissenschaftlicher Studien zum Thema der gesundheitlichen Unverträglichkeit von gv-Soja vor dem Hintergrund allgemeiner Merkmale wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und der Möglichkeiten des Umgangs mit ihnen. beschreiben, analysieren und deuten Diagramme zum Herbizideinsatz bei gv- und konventionellen Pflanzen und differenzieren bei der Interpretation von Resistenzentwicklungen fallbezogen.

Kompetenzbereich **Kommunikation**

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus verschiedenen Quellen zielgerichtet aus und verarbeiten diese auch mit Hilfe verschiedener Techniken und Methoden adressaten- und situationsgerecht. (K 4) 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und erklären biologische Sachverhalte unter Verwendung geeigneter Fachbegriffe. (KK 1) 	<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen aus Sachtexten, Zeitungsartikeln, Tabellen und Diagrammen aus.
	<ul style="list-style-type: none"> veranschaulichen biologische Sachverhalte adressatenbezogen und zielorientiert auf angemessene Art und Weise: Text, Tabelle, Diagramm, Schema, Skizze, Zeichnung, Conceptmap. (KK 7) 	<ul style="list-style-type: none"> werten einen Sachtext zum Thema gv-Soja in Form einer Conceptmap aus. ordnen Informationen zum Thema gv-Soja in einer Skizze verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen zu.
	<ul style="list-style-type: none"> argumentieren mithilfe biologischer Evidenzen, um Hypothesen zu testen und Fragen zu beantworten. (KK 5) 	<ul style="list-style-type: none"> argumentieren aufgrund von Untersuchungsergebnissen zur Frage der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von gv-Soja. argumentieren differenziert zur Frage der möglichen Glyphosatresistenz von Wildkräutern.
	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind. (KK 8) 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren das Für und Wider des gv-Soja-Anbaus als bioethische Fragestellung.

Kompetenzbereich **Bewertung**

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und beurteilen Erkenntnisse und Methoden in ausgewählten aktuellen Bezügen wie zu Medizin, Biotechnik und Gentechnik, und zwar unter Berücksichtigung gesellschaftlich verhandelbarer Werte. (B 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • erörtern Chancen und Risiken transgener Organismen aus der Sicht unterschiedlicher Interessengruppen. (BW 5) 	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen und erörtern Vor- und Nachteile des Anbaus gentechnisch veränderter Soja.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in einem Ökosystem. (B 5) • bewerten die Beeinflussung globaler Kreisläufe und Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung. (B 6) • erörtern Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit. (B 7) 	<ul style="list-style-type: none"> • bewerten mögliche kurz- und langfristige regionale und/oder globale Folgen eigenen und gesellschaftlichen Handelns. Dazu gehören die Analyse der Sach- und der Werte-ebene der Problemsituation sowie die Entwicklung von Handlungsoptionen. (BW 1) • bewerten Maßnahmen zum Schutz und zur Nutzung der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven (Nachhaltigkeit). (BW 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und bewerten die Folgen des Anbaus von gv-Soja auf lokaler und globaler Ebene aus der Perspektive nachhaltiger Entwicklung. • analysieren die faktische und normative Ebene des Themas gv-Soja-Anbau und erörtern angemessene Entscheidungsstrategien und Handlungsoptionen.